

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-094999
 (43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

H04N 9/07
 G02F 1/13
 G02F 1/31
 H04N 9/64

(21)Application number : 2000-282434
 (22)Date of filing : 18.09.2000

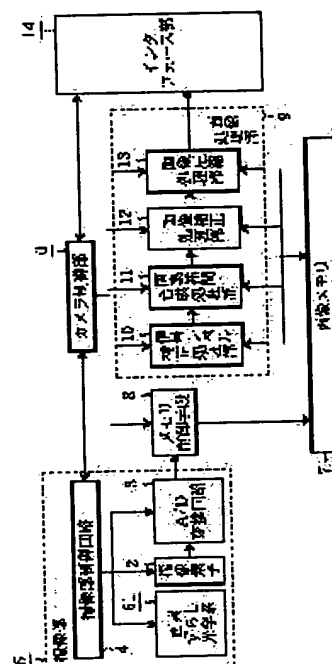
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
 (72)Inventor : TAMURA MASAJI
 MATOBA NARIHIRO

(54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup device that can realize a pixel shift amount with high accuracy in response to the necessity of mechanical drive control applied to a transparent flat plate member 103 by two motors in order to revise an optical path two-dimensionally.

SOLUTION: Color interpolation is executed by taking the similarity of a triangle formed by image pickup color signals being reference colors among image pickup color signals of a picked-up image of an image pickup element before and after the pixel shift to a triangle formed by non-image pickup color signals being interpolation colors into account so as to synthesize the pickup-up images by the image pickup element before and after the pixel shift.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection].

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(書誌+要約+請求の範囲)

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
 (12)【公報種別】公開特許公報(A)
 (11)【公開番号】特開2002-94999(P2002-94999A)
 (43)【公開日】平成14年3月29日(2002. 3. 29)
 (54)【発明の名称】撮像装置
 (51)【国際特許分類第7版】

H04N 9/07

G02F 1/13 505
 1/31
 H04N 9/64

【FI】

H04N 9/07 A
 C
 D
 G02F 1/13 505
 1/31
 H04N 9/64 R

【審査請求】未請求

【請求項の数】10

【出願形態】OL

【全頁数】20

(21)【出願番号】特願2000-282434(P2000-282434)

(22)【出願日】平成12年9月18日(2000. 9. 18)

(71)【出願人】

【識別番号】000006013

【氏名又は名称】三菱電機株式会社

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)【発明者】

【氏名】田村 正司

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】的場 成浩

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74)【代理人】

【識別番号】100066474

【弁理士】

【氏名又は名称】田澤 博昭(外1名)

【テーマコード(参考)】

2H088

2K002

5C065

5C066

【Fターム(参考)】

2H088 EA47 JA05 MA20

2K002 AA07 AB04 BA06 DA01 HA02

5C065 AA03 CC07 DD20 GG13 GG30

5C066 AA01 BA13 BA17 CA06 CA17 GA01 KM02 KP05

(57)【要約】

【課題】光路を二次元的に変更するために透明平板部材103を2つのモータにより機械的に駆動制御する必要がある。そのため精度の高い画素ずらし量を実現することが困難である課題があった。

【解決手段】変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】撮像素子に対する入射光の位置を半画素分だけ光学的に変位させる画素ずらし手段と、上記画素ずらし手段による変位前後の撮像素子の撮像画像を記憶する画像記憶手段と、上記画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成する補間・合成手段とを備えた撮像装置。

【請求項2】補間・合成手段は、撮像画素が存在しない位置の空白画素を色補間する場合、画像中のエッジにあたる部分が空白画素を通過するか否かを判定し、その空白画素を通過するときはエッジ線分の稜線方向に当該空白画素を色補間することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】撮像素子の撮像画像を圧縮して、その圧縮画像を圧縮画像メモリに格納し、その圧縮画像を伸長して画像記憶手段に出力する圧縮・伸長手段を設けたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の撮像装置。

【請求項4】画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号の信号レベルを補正する信号レベル補正手段を設けたことを特徴とする請求項1から請求項3のうちのいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項5】信号レベル補正手段は、変位前後の撮像素子の撮像画像における所定領域の撮像色信号の平均信号レベルを計算し、双方の平均信号レベルが一致するように撮像色信号の信号レベルを補正することを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項6】画素ずらし手段は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された磁気光学素子に与える磁界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させることを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項7】撮像光学系と撮像素子の間に画素ずらし手段を配置することを特徴とする請求項6記載の撮像装置。

【請求項8】撮像光学系の前段に画素ずらし手段を配置することを特徴とする請求項6記載の撮像装置。

【請求項9】画素ずらし手段は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された電気光学素子に与える電界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させることを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項10】画素ずらし手段は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された液晶板に与える電圧の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させることを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1項記載の撮像装置。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、解像度の高い画像を実現することができる撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】CCD等の二次元撮像素子を用いた撮像装置においては、画像と撮像素子との相対位置を微小に変化させ、変化前後の画像を入力して各画像を合成し、見かけ上の画素数を増加させて解像度を上昇させるものが知られている。このような方法による解像度の向上に当たっては、特開平7-236086号公報に記載されているように、撮影光学系と二次元撮像素子との間に透明平板部材を平行に配置し、その透明平板部材上に配置される直線上にない3点の傾斜手段の1点を支持部とし、他の2点を透明平板部材を作動させる作動部として用い、撮影光学系からの入射光を変位させることで撮像素子上の画像を微小変位させるものである。

【0003】図44は例えば特開平7-236086号公報に示された従来の撮像装置を示すブロック図であり、図45は撮像装置の機構を示す斜視図である。図44及び図45において、1は画像を結像させる撮像レンズ、2は画像を光電変換するため二次元に配列されたCCD等の撮像素子、103は撮像レンズ1と撮像素子2の間にほぼ平行に配置され、撮像レンズ1から撮像素子2への入射光の入射角度に微小変位をもたらす透明平板部材、104は撮像レンズ1及び透明平板部材103を支持するベースユニットである。

【0004】105a、105b、105cは透明平板部材103をベースユニット104に固定すると共に、2点を選択的に作動させて透明平板部材103を傾斜させる圧縮ばね、106a、106b、106cは対応する圧縮ばね105a、105b、105cを各々押さえるばね押さえ板、107aは透明平板部材103と圧縮ばね105aを貫通するねじと共に設けられ、駆動により透明平板部材103の近傍部位を光軸方向に変位させて透明平板部材103に傾斜をもたらすモータである。なお、図45には明示されていないが、モータ107aと同様のモータが透明平板部材103と圧縮ばね105bを貫通するねじと共に設けられている。

【0005】108は変位装置、108aは透明平板部材103、圧縮ばね105a及びばね押さえ板106aを含む作動部、108bは透明平板部材103、圧縮ばね105b及びばね押さえ板106bを含む作動部、109は透明平板部材103、圧縮ばね105c及びばね押さえ板106cを含む支持部であり、支持部109は作動部108a、108bの作動時に透明平板部材103を支持する。これらは図示しない筐体に一体的に固定されると共に、図44に示すように後段には光電変換された画像信号を処理するための所定の画像処理回路、画像合成メモリ110及び画像メモリ7等が接続されている。

【0006】次に動作について説明する。まず、2つの作動部108a、108bのいずれも作動させない状態で撮像を行い、後段の画像メモリ7に画像を記憶する。次に、2つの作動部108a、108bのうち、ひとつの作動部108aを作動させることにより、他の作動部108bと支持部109を結ぶ線を回転軸として透明平板部材103を回転させる。これにより、透明平板部材103を透過した画像は、透明平板部材103の傾斜によって移動されて撮像素子2上に結像され、画像メモリ7にわずかにずれた画像を記憶する。

【0007】更に、ひとつの作動部108aを作動させれば同一方向に順次画像が移動し、順次画像が撮像素子2に結像され記憶される。また、作動部108bを駆動させると、作動部108aと支持部109を結ぶ線を回転軸として透明平板部材103が傾斜し、前述とは異なる方向に画像の移動が行われる。これら2方向の移動を適宜組み合わせることにより、任意の位置への2次元の画素ずらしを実施する。その後、画像メモリ7に蓄積された複数の撮影画像を画素ずらしの実施方向を考慮して各対応画素毎に内挿することで、光学的に画素数を増加させた画像が画像合成メモリ110に得られる。

【0008】次に、従来の画素ずらしによって得られた画像から高精細画像を生成するための信号処理方式について説明する。図2に示す信号配列は単板撮像装置において最もよく使われているBayer型配列をした撮像素子であり、図中のR信号、G信号またはB信号は撮像素子の配置上その画素位置にてサンプリングされる色信号である。図12は図2に示す撮像素子を斜め1/2画素右下にずらして撮像した画像の色信号と先の色信号とを重ねて表示した説明図である。図において、R1、G1、B1が1枚目の撮影画像の色信号であり、R2、G2、B3は画素ずらしを行なわれた2枚目の撮影画像から得られた色信号である。

【0009】図12に示した画像を高解像度画像として生成する場合、図2と比較して水平垂直とも2倍になっているため4倍の画素数のフルカラー信号を生成する必要があり、図中撮像素子における非撮影色信号を周辺画素信号から生成するとともに、空白画素の全色信号を同様に内挿する必要がある。

【0010】例えば、G信号だけ着目すると、図46に示す位置にだけ撮像によって得られたG信号(G1, G2)が存在する。従来の技術では、前後左右の信号の平均値からG1', G2'を補間し、次に図47に示すように補間して得られたG信号から更に内挿することにより、全画素分のG信号を得ることができる。

【0011】また、B信号に着目すると、図48に示すように左右のB1信号からB1'信号を内挿し、さらに補間したB1'信号からB1''信号を内挿する。B2信号についても同様である。次に図49に示すように補間したB1', B1'', B2', B2''から残りの画素の内挿を行う。R信号においてもB信号と同様の方法にて全画素分の信号を補間することができる。上記の方法によって全画素における画素分だけのR, G, B信号を得ることができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来の撮像装置は以上のように構成されているので、光路を二次元的に変更するために透明平板部材103を2つのモータにより機械的に駆動制御する必要がある。そのため精度の高い画素ずらし量を実現することが困難である課題があった。特に、近年の固体撮像素子の画素ピッチは、数ミクロンものが主流となっており、機械的にその数分の1の精度を得る為には、複雑な制御系が必要となる。また、機械的な振動を用いて制御するため、振動や繰り返し寿命などを十分に考慮した設計を必要とした。

【0013】さらに、上記方法により撮像した画像から高解像度画像を生成する従来の信号処理では、単なる線形補間であるため、画素ずらしを行うことによって得られる画素数分だけの解像度を得ることができない。これはまず、単板撮像素子における図2における画像が各画素上に1色の色フィルタを配置しているため画素数分だけのR, G, B信号が得られず、画素数分だけの解像度が得られていないことが第1の原因であり、次に2枚の画像から高解像度画像を得る際に線形補間法では解像度の向上が見込めないという点に問題があった。

【0014】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施して、解像度の高い画像を実現することができる撮像装置を得ることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明に係る撮像装置は、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成するようにしたものである。

【0016】この発明に係る撮像装置は、撮像素子が存在しない位置の空白画素を色補間する場合、画像中のエッジにあたる部分が空白画素を通過するか否かを判定し、その空白画素を通過するときはエッジ線分の稜線方向に当該空白画素を色補間するようにしたものである。

【0017】この発明に係る撮像装置は、撮像素子の撮像画像を圧縮して、その圧縮画像を圧縮画像メモリに格納し、その圧縮画像を伸長して画像記憶手段に出力する圧縮・伸長手段を設けたものである。

【0018】この発明に係る撮像装置は、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号の信号レベルを補正する信号レベル補正手段を設けたものである。

【0019】この発明に係る撮像装置は、変位前後の撮像素子の撮像画像における所定領域の撮像色信号の平均信号レベルを計算し、双方の平均信号レベルが一致するように撮像色信号の信号レベルを補正するようにしたものである。

【0020】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された磁気光学素子に与える磁界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0021】この発明に係る撮像装置は、撮像光学系と撮像素子の間に画素ずらし手段を配置するようにしたものである。

【0022】この発明に係る撮像装置は、撮像光学系の前段に画素ずらし手段を配置するようにしたものである。

【0023】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された電気光学素子

に与える電界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0024】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された液晶板に与える電圧の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による撮像装置を示す構成図であり、図において、61は撮像レンズ1(図3を参照)に入射する被写体像の光路を変調する画素ずらし光学系(画素ずらし手段)、2はRGBの原色フィルタがBayer型配列(図2を参照)を為して表面上に配置された正方形の電荷結合素子(以下、CCDと称す)を面状に備え光学像を光電変換する撮像素子、3は撮像素子2から出力されるアナログ信号をデジタル変換するA/D変換回路、4は画素ずらし光学系61及び撮像素子2を制御する撮像部制御回路、5は画素ずらし光学系61、撮像素子2、A/D変換回路3及び撮像部制御回路4から構成された撮像部である。

【0026】6は撮像部制御回路4と通信しながら撮像装置全体の制御を行うCPUなどのカメラ制御部、7はデジタル画像信号を受信して一時記憶する画像メモリ(画像記憶手段)、8はA/D変換回路3からのデジタル画像信号を画像メモリ7に書き込むダイレクトメモリアクセスコントローラ(以下、DMAコントローラと称す)等のメモリ制御手段、9は画像メモリ7に蓄積された撮像データに対してデジタル画像処理を施すソフトウェアあるいは電子回路により構成される画像処理部である。

【0027】10は画像信号に対して白バランス補正や黒レベル補正あるいはガンマ補正等を施す信号レベル補正処理部(信号レベル補正手段)、11は撮影画像をデジタル画像処理で高解像度に補間・合成する画素補間・合成処理部(補間・合成手段)、12は画素補間・合成処理部11で得られる1枚の高解像度化された画像に対して、光学系あるいは回路系で発生するノイズ除去を行うノイズ除去フィルタ等を含む画像補正処理部、13は最終的に得られるフルカラー画像を国際標準方式であるJPEG(Joint Photographic Experts Group)方式等の画像圧縮方式で符号化する画像圧縮処理部、14は撮像部5及び画像処理部9を経て最終的に得られる画像を液晶画面表示あるいはフラッシュメモリ等の2次記憶手段に蓄積あるいはシリアルインタフェースや赤外線通信等の伝送路とのデータインタフェースあるいはシャッタスイッチ等のマンマシンインタフェースを行うインタフェース部である。

【0028】図3は画素ずらし光学系61の内部構成を示す構成図であり、図において、1は撮像レンズ(撮像光学系)、15は磁界発生回路、16は磁界発生回路15により印加される電圧に応じて内部に磁界を発生させるコイル、17はコイル16内に発生した磁場により磁気光学効果を生じるフェラデー素子、18は偏光板、19は複屈折板である。なお、図3の例では撮像レンズ1を偏向板18の前段に配置しているが、これに限るものではなく、例えば、複屈折板19と撮像素子2の間に撮像レンズ1を配置してもよい。

【0029】次に動作について説明する。ここでは、静止画像を撮影可能なデジタルスチルカメラとして実現した場合について説明する。始めに撮像装置全体の概略動作を説明し、各部の詳細な動作を後述する。ここでは、画素ずらし光学系61を用いて45度方向に半画素ずらした画像を2枚撮影し、CCDの実際の画素数に対して2×2倍の画素密度を有する高精細画像を得る手順について説明する。

【0030】高精細モードでの撮影がインタフェース部14より撮影者によって設定され、図示しないリリーススイッチの押し下げがインタフェース部14からカメラ制御部6に伝達されると、撮像部5では磁界発生回路15における第一の磁界印加条件(例えば、印加磁界なし)での撮像動作を行う。これにより撮影された画像はデジタル化され、撮像部5からメモリ制御手段8へ伝送される。

【0031】メモリ制御手段8では、入力画像信号を画像メモリ7に後述する規則に従って記憶させる。次に、撮像部制御回路4における第二の印加磁界条件により、1枚目の撮影画像に比べて45度方向に1/2画素ずらして撮影された画像は、伝送路を経て撮像部5から画像処理部9へ伝送され、同様に画像メモリ7に記憶される。次に、画像処理部9では、第二の撮影画像の入力終了に伴い、画像メモリ7上に記憶されている第一及び第二の撮影画像の読出しを行い、信号レベルに伴い、画像メモリ7上に記憶されている第一及び第二の撮影画像の読出しを行い、信号レベル補正処理部10にて両画像のRGB各色の信号レベル値に強度補正係数を乗じて、白バランス補正処理を実施する。

【0032】次に、画素補間・合成処理部11では、第一及び第二の撮影画像に対して、後述する高解像度化処理を施し、2枚の撮影画像を1枚の高解像度画像に合成する。さらに、後段の画像補正処理部12及び画像圧縮処理部13を経て図示しない液晶ディスプレイへの表示、あるいは、コ

コンパクトフラッシュ(登録商標)メモ리카ード等の二次記憶媒体への記憶を行うためにインタフェース部14へ転送される。

部14へ転送される。
【0033】以下に、撮像部5における画素ずらし光学系61、メモリ制御手段8による画像メモリ7への画像記憶方法、及び画素補間・合成処理部11の詳細な説明を行う。まず、図3及び図4を参照して、画素ずらし光学系61の動作を説明する。なお、図4は図3の動作原理図であり、図5は図4のA-A線から見た説明図、図6は図4のB-B線から見た説明図、図7は図4のC-C線から見た説明図である。

た説明図である。
【0034】画像を結像させるための撮像レンズ1からの光が偏光板18に入射すると、図5に示す振動方向Waの直線偏光が得られる。図4に示すHaはファラデー素子17に印加されている磁界の方向である。図5に示されている振動方向Waの直線偏光が、例えば鉛ガラスのようなファラデー素子17に入射すると、上記磁界の方向Haの印加磁界により、上記直線偏光の偏光面が回転する。なお、磁界の方向Haに進む直線偏光をファラデー素子17に入射させると、その透過光の偏光面が回転するが、その回転角 θ は次式により得られる。

$$\theta = R \times I \times H \quad (1)$$

$\theta = R \times I \times H$ (1)

ここで、 I はファラデー素子17の厚さ、 H は磁界の強さ、 R はベルデ(Verdet)定数である。なお、上記の式(1)に関しては、例えば、株式会社朝倉書店発行の「光学的測定ハンドブック」等に記載されている。

【0035】図4において、回転角 θ が0度となる磁界の強さを H_0 とすると、 $H=H_0$ のときには振動方

【0035】図4において、回転角 θ が0度となる境界の強さを H_0 とすると、向Waの直線偏光が得られ、 $H=H_0$ のときには、図6に示す振動方向 $W\theta_0$ の直線偏光が得られる。図7に示すQは複屈折板19の光学軸である。振動方向Waの直線偏光が複屈折板19に入射すると、図7に示す常光線 L_0 が得られる。また、振動方向 $W\theta_0$ の直線偏光が複屈折板19に入射すると、図7に示す異常光線 L_E が得られる。常光線 L_0 と異常光線 L_E の距離をPとし、図4に示す

複屈折板19における上記Pを、 $P=PH/2$ (PHは撮像素子2の水平画素ピッチ)に選ぶ。
【0036】ファラデー素子17に印加される磁界の強さHの変化の位相は、図8(1)に示すフィールドシフトパルスに一致させる。上述した動作により、この発明による撮像装置では、A、Bフィールドでの信号電荷蓄積を入射画像と撮像素子2の画素との相対的な位置に関して、 $PH/2$ だけ離れた位置で行うことができる。即ち、ファラデー素子17に印加される磁界の強さHを時間的に変化させ、入射光学像と撮像素子2との相対的な位置関係を時間的に変化させることにより、空間サンプリング領域を増加できる。これに対応して図8(3)に示す信号読み出しパルスのタイミングも、上記 $PH/2$ に相当する時間Tだけずらしてある。その結果、図8(5)に示すように、この発明による撮像装置は、A、Bフィールドを1フレームとした1周期で高画素密度化画像を得ることが可能になる。

る。
【0037】この実施の形態1では、説明の簡易化のため画素ずらし方向として水平方向、即ち、一次元空間に対する座標について説明したが、同様な原理で画素ずらし位置を二次元的に行える。その際には、偏光板18、磁気光学効果を有する第一の光学素子、複屈折板19からなるn組の光学素子群を撮像系に配置し、それぞれの光学素子群の間に、例えば、直線偏光を円偏光に変換する1/4波長板をn-1個挿入すればよい。上記n組の光学素子群におけるn個の磁気光学効果を有する光学素子に印加する2値的な電圧をそれぞれ設定することにより、2のn乗枚の画素ずらし画像を得ることができる。

ずらし画像を得ることができる。
【0038】上記撮像原理により図2のBayer型単板カラー撮像素子を用いて図9に示す●印で表される第一の印加磁界条件による重心を持つ画素位置に対し、 -45° 方向に $1/2$ 画素ずらした○印で表される第二の印加磁界条件による画素ずらし画像を撮影することができる。この場合の画像メモリ7への記憶方法及び画素補間・合成処理部11における高解像度化処理について、図を用いて詳細に説明する。

を用いて詳細に説明する。
【0039】図10は図9の2枚の撮像素素に対して網掛けした点(以下、空白画素と称す)を補間することで、撮像素子2に対して主走査方向及び副走査方向に各々2倍の都合4倍の画素数を持つ画像を生成することを示す模式図である。各撮影画像はメモリ制御手段8により、画像メモリ7において2×2画素からなるマトリクスの対応する位置、例えば1枚目の撮影画像の各画素は各マトリクスの左上の画素位置に、2枚目の撮影画像の各画素は各マトリクスの右下の画素位置(1枚目の対応する画素に比べて45度方向にずらした位置)に一時記憶される。

【0040】実際には、メモリ制御手段8として構成されるDMAコントローラは、メモリの連続領域に対して高速にデータ転送を行うことが可能であるため、実際のメモリの物理アドレスとして図10の

ように配列することが必ずしも得策ではない。この場合、各撮影画像を画像メモリ7の連続する領域に各々格納しておき、以下の画素補間・合成処理部11において図9の相対位置関係を保持するようにアドレッシングすることで同等の意味を持たせて処理を行うことができる。

【0041】画像メモリ7に記憶された各画像は、信号レベル補正処理部10によって補正処理が施される。補正処理は、例えば、撮像素子2におけるRGB各色に対応した色フィルタの感度特性を補正し、白色を正しい信号レベルに補正する白バランス補正処理や、低感度域あるいは高感度域の信号のダイナミックレンジを補正するガンマ補正処理等が必要に応じて選択される。

【0042】図11は画素補間・合成処理部11の処理手順を示すフローチャートである。画素補間・合成処理部11では、撮影画素における非撮像素子の生成と空白画素におけるR色フィルタあるいはB色フィルタを透過したR成分またはB成分である画素（以下、R/B画素位置と称す）におけるG成分生成処理を行い（ステップST101）、次に図10における空白画素位置におけるG成分生成処理を行うことにより（ステップST102）、図10の全画素におけるG成分を生成する。

【0043】次に、R/B画素位置におけるB成分またはR成分の生成処理を行い（ステップST103）、G画素位置におけるR成分及びB成分の生成処理を行い（ステップST104）、次に図10における空白画素位置におけるR成分及びB成分の生成処理を行うことにより（ステップST105）、図10の全画素におけるR成分及びB成分を生成する。各処理は、色成分生成を行う対象画素（以下、注目画素と称す）を画像メモリ7に蓄積される画素位置に対して順次x方向（主走査）にラスタスキャンを行い、1ラインの処理が終了した場合、y方向に1画素進んだラスタスキャンを繰り返す。

【0044】次に、各ステップにおける具体的な動作について説明する。図12には、図10で重心の位置関係を示した、画素補間・合成処理部11の実行前の既存画像信号成分とその位置関係について示している。図中、1の添え字がついた色信号は1枚目の撮影画像から得られ、2の添え字がついた色信号は2枚目の撮影画像から得られる。画素補間・合成処理部11では1枚目及び2枚目の撮影色信号を用いて他の色信号を生成する。

【0045】始めに、R/B画素位置におけるG成分生成処理（ステップST101）では、画素ずらし光学系61における画素ずらし方向と垂直方向に存在するG成分及びR成分（またはB成分）を用いることで、相似的に注目画素におけるG成分を算出する。例えば、撮像素子信号がR色である画素の位置（以下、R画素位置と称す）の非撮像素子信号のうちG色信号を補間生成する場合、図13に示すR画素位置を中心とした画素ウィンドウに存在する画素のうち、注目するR色信号の他に画素ずらし方向と垂直方向に存在する2つのR色信号（R1、R2）及び2つのG色信号（G2、G3）の座標に位置する4つの撮像素子信号レベル値を用いる。図16には各色信号毎の参照方向及び信号レベル値の軸を加えた2次元空間上で、これらの点が形成する三角形の形状を破線で示している。

【0046】この実施の形態1では、参照色である撮像素子信号Rが形成する三角形と補間色である非撮像素子信号Gが形成する三角形を、相似図形にした場合の相似比からG色信号の補間信号gRを算出する。

【0047】ここで、三角形（R・R1・R2）と、R1、R2を平均値 R_{AVE} で置き換えた点R1H、R2H及びRで形成される三角形（R・R1H・R2H）は、幾何学的に同一の面積を持つことが明らかである。画像信号では、信号分布から求まる積分値（幾何学図形の面積）が画像エネルギーに相当し、同一面積の積分値が同じであれば、その領域における平均輝度が保存され視覚的に問題がないため、図16の破線による三角形は実線による二等辺三角形（R・R1H・R2H）で置き換えることが可能である。

【0048】同様にして補間色であるG色信号が形成する三角形（gR・G2・G3）を二等辺三角形（gR・G2H・G3H）で置き換え、二等辺三角形（R・R1H・R2H）と二等辺三角形（gR・G2H・G3H）が相似図形になるように補間信号値gRを決定することにより、微小領域における画像エネルギーの比に応じた色補間が可能である。

【0049】従来の線形補間法による色補間を行った場合、再現されるgRは $(G2 + G3) / 2$ の点となり、R色成分が凸形状であるにも拘わらず、G色成分は平坦な推移を示すため、G色成分の解像度が十分でなくR色信号の突出による偽色が発生する。これに対して、本手法を用いた場合、G色信号の推移が良好に再現されるため、高解像度かつ偽色の少ない色補間が実現できる。また、この場合の演算は式(2)を用いることで行う。

$$gR(m, n) = G_{AVE}(m, n)$$

$$+ (R(m, n) - R_{AVE}(m, n)) / 4 \quad (2)$$

ただし、式(2)において、補間しようとするR画素位置の(x, y)座標を(m, n)とし、 $G_{AVE}(m, n)$ はG2とG3の平均値を、 $R_{AVE}(m, n)$ はR1とR2の平均値を示し、2つの二等辺三角形の線分相似比として1/4を乗じている。

【0050】上記例では、R画素位置においてG色信号成分を補間する例を示したが、RをBに置き換えることで、B画素位置におけるG色信号成分の補間を行うことが同様に可能である。

【0051】また、上記例は、R画素位置のG成分を色補間する場合を示したが、任意のJ画素位置におけるK色の色補間に同様の考え方を当てはめることが可能である。図14及び図15は、他の画素位置における他の色成分補間を行う際の参照色の参照画素位置と補間色の参照画素位置の関係を示したものである。図14は、R画素位置におけるB成分補間の場合であり、各色成分について、図17に示す三角形について上記モデルを適用する。即ち、これらの3点は三角形を形成するため注目画素以外の2点を、それらの平均値で置きかえることにより二等辺三角形を作成し、これと補間色が相似二等辺三角形を構成するように線分相似比である1/2を乗ずる。さらに、RとBの関係を入れ換えることによって、B画素位置におけるR成分補間を行うことが同様に可能である。

【0052】また、G画素位置におけるR成分補間時の参照画素位置の様子を図15に示している。この場合は、注目画素となるG画素位置から見た参照方向のR画素位置までの距離がG画素位置を中心とした対象を為していないが、図18に示すこれまでのステップで生成済みのB画素位置におけるR成分を補間色用三角形を形成する点として用い、R及びB画素位置におけるG成分を参照色用三角形を形成する点として用い、各二等辺三角形の線分相似比を1/1とすることで、これまでの例と同様の扱いをすることができる。

【0053】以上の説明を元に、式(2)を一般化すると式(3)のように記述することができる。

$$K(m, n) = K_{AVE}(m, n)$$

$$+ (J(m, n) - J_{AVE}(m, n)) \times Cd \quad (3)$$

ただし、式(3)におけるK(m, n)は座標(m, n)における補間すべき非撮像色信号、Jは座標(m, n)における参照色としての撮像色信号を示し、CdはJ色がなす二等辺三角形に対するK色がなす二等辺三角形の線分相似比を示している。

【0054】このようにして、色補間対象の画素位置を水平及び垂直方向に順次走査しながら各画素における全色成分補間を繰返し行うことにより、1画面分の撮影画素における色補間処理を実行することができる。

【0055】次に、空白画素位置におけるG成分生成(ステップST102)について詳細に説明する。図19の網掛け部分は、この段階で画像中に存在するG成分の位置関係を示したものである。空白画素位置のG成分を補間する場合、周辺画素を参照して画像中のエッジにあたる部分が注目画素を通過するか否かを判定し、その場合はエッジ線分の稜線方向に画素補間を実行することでシャープなエッジ再現が可能である。図19における矢印の示す方向は注目画素を中心とする7×7画素からなる参照画素ウィンドウを元に検出可能な線分方向を示している。

【0056】線分角度検出は以下の手順に従って実行する。注目画素及び8近傍画素に存在するG成分に対して信号レベル平均値Davを算出する。次に、算出した信号レベル平均値Davをしきい値として7×7画素ウィンドウ内の各G画素の信号値を1または0に2値化する。2値化されたウィンドウ内のG画素は予め定められている複数のパターンと比較され、パターンの一致により中心画素を通る線分角度及び線分のどちら側に明あるいは暗があるかという線分角度情報が認識される。これらの線分角度情報に基づいて、線分の稜線方向に存在する複数の画素値を線形補間して注目画素のG成分が算出される。

【0057】例えば、7×7画素ウィンドウ内の画素が図20の斜線部(0)及びたす部(1)に2値化された場合、パターンマッチングにより図の矢印方向に画像のエッジが通っていることが検出され、図の太枠で示される4つの画素値を単純平均あるいは、注目画素からの距離に対する重み付け平均等により注目画素のG成分を補間する。

【0058】線分の角度を検出し稜線方向に補間することで、一般的な8近傍画素の単純平均値により成分補間する場合と比べ、エッジをシャープかつ線分を滑らかに補間することが可能となる。これにより、画像の観察者に対して高い解像感を与えることが可能となる。以上の方法で、全画素のG成分が高い解像度で生成され、この結果を参照することでR/B成分に関しても高解像度に補間生成することができる。

【0059】空白画素位置におけるR/B成分補間(ステップST105)に関しては、前記空白画素位置におけるG成分補間と同様のパターンマッチングを用いた線分に対する稜線ベクトル検出により補間を行う。この時、R/G/B成分のパターンマッチング結果の相違から生じる誤補間を防止するために、G成分補間時に検出した線分角度結果に基づきR/B成分補間を行うように構成してもよい。

【0060】以上のように、撮像素子2の 2×2 倍の画素数を持つ4画素分の高解像度画像が画素補間・合成処理部11により生成され、生成されたフルカラー画像は画像補正処理部12において、光学系及び撮像素子の画像歪を補正するノイズ除去フィルタ等の処理が施され、画像圧縮処理部13によりJPEG方式の画像符号化の後、インタフェース部14に送られる。このようにして、2枚の画素ずらし画像から撮像素子2のナイキスト周波数を超える高解像度の画像が形成される。

【0061】この実施の形態1では、画素ずらし光学系61を用いて -45° 方向に $1/2$ 画素ずらしして撮影した2枚の画像を用いて高解像度化処理する例を示したが、この限りではない。即ち、撮像素子2の各受光素子は有限数が面状に配置されており、受光素子面における入射光を積分値として信号出力するため、これにより撮影画像の空間周波数は制約(ナイキスト周波数)を受けていることが標本化定理より説明できる。これに対し、「2台のカメラを用いる超高精細画像取得法」(小松、相澤、斎藤:テレビジョン学会誌 Vol. 45, No10, pp. 1256~1262)によると、開口率100%の撮像素子を用いて画素ずらし画像を統合した場合、2倍以内の解像度まで改善可能であることが明示されている。本方式を用いて実際の撮像素子の開口率や受光素子の形状等を考慮してずらし方向、ずらし量及び撮影枚数を最適化することで合成画像における解像度を最適化することができる。

【0062】また、この実施の形態1では、パターンマッチングの際、 7×7 画素からなるウィンドウを用いて8方向の線分検出を行っているが、この限りではなく、実行するソフトウェアの高速化あるいは回路規模の低減を図る場合は、ウィンドウサイズを小型化し、 45° 刻みの4方向あるいは水平及び垂直のみの2方向の画素間のエッジ線分の相関を用いるように構成してもよい。

【0063】また、この実施の形態1では、画素ずらし光学系61の撮像条件を変化させた2枚の画像を撮影し、画像メモリ7に記憶し終えた後に、後段の画像処理部9における処理を開始する構成としたがこの限りではない。即ち、画像処理部9における信号レベル補正処理部10は2枚の撮影画像に対して同じ白補正係数あるいはガンマ補正テーブルを用いて一括して実施することも可能であるが、各画像に対して個別に実行してもよく、この場合、2枚目の撮影動作を行っている間に1枚目の信号レベル補正処理を行うように構成することで全工程の高速化に繋がる。

【0064】また、この実施の形態1では、1枚目の撮影画像に対して2枚目の撮影画像を -45° 方向に画素ずらしする例を示したが、この限りではなく、 45° 方向、 135° 方向あるいは -135° 方向にずらししても同一の処理が適用可能であることは言うまでもない。

【0065】実施の形態2。図21はこの発明の実施の形態2による撮像装置を示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。20は撮影した各画像データを固定長圧縮方式にて符号化する固定長圧縮回路、21は撮像部5から出力される撮像デジタル信号のうち、固定長圧縮回路20での圧縮時に使用するライン数分を遅延蓄積するラインバッファ、22は固定長圧縮回路20で圧縮された画像データを蓄積する圧縮画像メモリ、23は圧縮画像メモリ22に蓄積された画像データを伸長する固定長伸長処理部である。なお、固定長圧縮回路20、ラインバッファ21、圧縮画像メモリ22及び固定長伸長処理部23から圧縮・伸長手段が構成されている。

【0066】次に動作について説明する。画素ずらし機構を含む撮像部5の動作については上記実施の形態1と同様である。画素ずらし光学系61を用いて撮像部5から入力された撮影画像は固定長圧縮回路20で画像圧縮するためにラインバッファ21に一時記憶される。以下に、固定長圧縮回路20における圧縮動作について詳細に説明する。

【0067】固定長圧縮回路20における固定長符号化アルゴリズムとしては例えば 4×4 画素を1単位とするブロック毎に隣接画素情報の冗長性を排除する符号化法を行うものを用いる。この場合、図2の画素配列では、隣接する画素位置には同じ色の画素が存在しないため、固定長圧縮回路20内において同色画素をブロック化する。

【0068】図22は固定長圧縮回路20により、図2の画素配列が並べ換えられる様子を示した説明図である。撮影画像データは撮像部5から順次ラインバッファ21に蓄積され、未処理のデータが8ライン分揃った段階で画素配列の並べ換えを始めて、固定長圧縮回路20における符号化が実施される。画素並べ換えは 8×8 画素単位に行い、各色 4×4 画素を単位ブロックとしてブロック化する。並べ換え後の画像信号は、ブロックの左上方向のアドレスと右下方向のアドレスにG成分が

集められて配列され、左下方向のアドレスにB成分、右上方向のアドレスにR成分が集められて配列される。

【0069】固定長圧縮回路20における画像符号化方法について説明する。図23は前記並べ換えられた単位ブロック内のカラー画像信号を固定長圧縮回路20で符号化する場合のアドレスを示す説明図である。即ち、図23は縦横4画素分ずつの同一カラーの画像信号の塊である単位ブロックのうち、縦方向m行横方向n列(m, n は $0 < m, n \leq 4$ の自然数)のアドレスの画像信号に後述する量子化レベルを付すことを表している。

【0070】図24は各画素の画像信号の強度を階層化(量子化)する量子化レベルを表している。図において、 L_{min} は図23に示した16画素の画像信号強度中の最小値、 L_{max} は同じ16画素の画像信号強度中の最大値、 $P1$ は最大値 L_{max} と最小値 L_{min} との間を8等分した下から8分の1の値、 $P2$ は上から8分の1の値、 $Q1$ は L_{min} 以上 $P1$ 以下の信号強度を有する画素の平均値、 $Q8$ は L_{max} 以下 $P2$ より大きい信号強度の画素の平均値である。

【0071】また、 LD は単位ブロック内の階調幅指標で、 $Q8 - Q1$ に等しい。 $L1 \sim L7$ は階調幅指標 LD を8等分した値を小さい方から並べたものである。 LA は単位ブロック内の画像データ平均値レベルで $(Q1 + Q8) / 2$ に等しい。 ϕ_{ijk} は画素毎の量子化レベルを表している。

【0072】図25及び図26はこの実施の形態2による符号化手順を示すフローチャートである。以下、このフローチャートを参照しながら符号化手順を説明する。まず、固定長圧縮回路20は図22(2)のように並べ換えられた単位ブロック内の画像データを読み込む(ステップST1)。次に、読み込んだ 4×4 画素分の画像データの信号強度を演算し、以下の各式に従って順次 $P1$ 、 $P2$ 、 $Q1$ 、 $Q2$ 、 LA 、 LD 、 $L1 \sim L7$ の値を求める(ステップST2～ステップST13)。

【0073】 $P1 = (L_{max} + 7L_{min}) / 8$ $P2 = (7L_{max} + L_{min}) / 8$ $Q1 = Ave(X_{mn} \leq P1)$

$Q2 = Ave(X_{mn} > P2)$

$LA = (Q1 + Q8) / 2$ $LD = Q8 - Q1$ $L1 = LA - 3LD / 8$ $L2 = LA - LD / 4$ $L3 = LA - LD / 8$ $L5 = LA + LD / 8$ $L6 = LA + LD / 4$ $L7 = LA + 3LD / 8$ 【0074】なお、 $Q1$ の式は L_{min} 以上 $P1$ 以下の信号強度を持つ画素の平均値を求めることを意味し、 $Q2$ の式は L_{max} 以下 $P2$ より大きい信号強度を持つ画素の平均値を求めることを意味する。

【0075】このようにして、順次 $P1$ 、 $P2$ 、 $Q1$ 、 $Q2$ 、 LA 、 LD 、 $L1 \sim L7$ の値を求めた後、固定長圧縮回路20は $n=1$ 、 $m=1$ とにおいて(ステップST14、ST15)、この時のアドレス(m, n)の画素の信号強度 X_{mn} である画素値(すなわち画素値 $X11$)が $L1$ 以下であるか否かを判断する(ステップST16)。

【0076】画素値 $X11$ が $L1$ 以下である場合には、この画素値の量子化レベル ϕ_{ijk} を2進数の000と設定する(ステップST17)。次に、 m を1だけインクリメントし(ステップST31)、 m が4以下であるか否かを判別する(ステップST32)。 m が4以下である場合は、その画素の画素値を再び $L1$ と比較する(ステップST16)。

【0077】 m が4より大きい場合には、 n を1だけインクリメントし(ステップST33)、インクリメントした n が4以下であるか否かを判別する(ステップST34)。 n が4以下である場合は、その画素の画素値を再び $L1$ と比較する(ステップST16)。

【0078】画素値 X_{mn} が $L1$ より大きい場合には、 $L2$ 以下であるか否かを判別し(ステップST18)、 X_{mn} が $L2$ 以下である場合は、この画素の量子化レベル ϕ_{ijk} を2進数の001と設定する(ステップST19)。次に、 m を1だけインクリメントし(ステップST31)、 m が4以下であるか否かを判別する(ステップST32)。 m が4以下である場合は、その画素の画素値を再び $L1$ と比較する(ステップST16)。 m が4より大きい場合には、 n を1だけインクリメントし(ステップST33)、インクリメントした n が4以下であるか否かを判別する(ステップST34)。 n が4以下である場合には、その画素の画素値を再び $L1$ と比較する(ステップST16)。

【0079】以下、同様に、画素値が $L1 \sim L2$ 間、 $L2 \sim L3$ 間、 $L3 \sim LA$ 間、 $LA \sim L5$ 間、 $L5 \sim L6$ 間、 $L6 \sim L7$ 間のいずれの値を有するかを判別し(ステップST16、ST18、ST20、ST22、ST24、ST26、ST28)、その値に応じてそれぞれ量子化レベル $\phi_{ijk} = 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111$ を当該画素に割り振る(ステップST17、ST19、ST21、ST23、ST25、ST27、ST29、ST30)。

【0080】このようにして、同一単位ブロック内の全画素に量子化レベルを割り振って符号化を終了する。単位ブロックの符号化データは LA 、 LD 、各画素毎の ϕ_{ijk} である。

【0081】これらの処理は、画面全体に対して単位ブロック数分繰り返す。 A/D 変換回路3からのデジタル信号が1画素あたり10ビットである場合(ビット詰めしない場合、2バイト相当)、固定長

符号化による画像圧縮率は $10/32$ である。このように各撮影画像データは、逐次同色画素の画素のみで構成されたブロック毎に固定長圧縮回路20において固定長符号化が行われ、画像データ量の低減が施された上でメモリ制御手段8を介して圧縮画像メモリ22に蓄積される。

【0082】こうして2枚の撮影画像データが圧縮画像メモリ22に蓄積された後に、画像処理部9における画像処理が施される。始めに、固定長圧縮回路20において符号化されている画像データの復号化処理を行う。固定長伸長処理部23における画像復号化方法について図について説明する。図27は固定長伸長処理部23の動作を示すフローチャートである。以下、このフローチャートを参照しながら固定長伸長処理部23の固定長復号化動作を説明する。

【0083】固定長復号化動作が開始されると、まず、縦方向座標値 n を1に設定し(ステップST40)、横方向座標値 m を1に設定する(ステップST41)。即ち、ステップST40及びステップST41の動作によって、ある単位ブロック中の座標値(1, 1)のアドレスが指定される。

【0084】次に、指定したアドレスの量子化レベル Φ_{ijk} がいくつであるか判定し(ステップST42、ST44、ST46、ST48、ST50、ST52、ST54)、判定した各量子化レベル Φ_{ijk} に応じて平均値レベル LA と階調幅指標 LD とに基づいて、その画素の信号強度 Y_{mn} (座標値(1, 1)の画素であるならば Y_{11})を求める(ステップST43、ST45、ST47、ST49、ST51、ST53、ST55、ST56)。

【0085】各ステップにおいて、平均値レベル LA と階調幅指標値 LD とから信号強度 Y_{mn} を求めるには、それぞれ次の演算式に従う。

$$Y_{mn} = LA - LD / 2 \quad (\text{ステップST43})$$

$$Y_{mn} = LA - 5LD / 14 \quad (\text{ステップST45})$$

$$Y_{mn} = LA - 3LD / 14 \quad (\text{ステップST47})$$

$$Y_{mn} = LA - LD / 14 \quad (\text{ステップST49})$$

$$Y_{mn} = LA + LD / 14 \quad (\text{ステップST51})$$

$$Y_{mn} = LA + 3LD / 14 \quad (\text{ステップST53})$$

$$Y_{mn} = LA + 5LD / 14 \quad (\text{ステップST55})$$

$$Y_{mn} = LA + LD / 2 \quad (\text{ステップST56})$$

画素(1, 1)の信号強度を求めたら、次に横方向に画素を1つ移動し(ステップST57、ST58)、同一の手順で画素(2, 1)の信号強度を復号化する(ステップST42～ST56)。

【0086】このようにして単位ブロック内の最上段の画素について信号強度を復号化した後(ステップST58)、縦方向の座標値を1だけインクリメントし(ステップST59)、次の段の画素について同様にして信号強度を復号化する(ステップST42～ST58)。このようにして単位ブロック内の全画素について信号強度を復号化して(ステップST41～ST60)、復号化動作を終了する。

【0087】次に、復号化されたデータに、図28に示すように固定長圧縮回路20で並べ換えたデータの逆の並べ換え処理を施して、画素信号を走査線方向に読み出したときと同一の順序で並べ換え、画像メモリ7に記憶される。

【0088】以上のように画像メモリ7上には固定長圧縮前の画像データと等価な画像データが蓄積されていることになり、上記実施の形態1と同様の画像処理が画像処理部9の他のブロックにおいて施され、インタフェース部14に出力される。

【0089】以上のように、複数枚の画像を撮影する際に、各々の画像データを固定長圧縮回路20を用いてデータ圧縮することにより、撮像部5のA/D変換回路3から出力される画像信号を画像メモリ7に蓄積する際、より少ないデータ量をデータバスに供給して記憶手段に蓄積することが可能となり、連写間隔を短縮するための高速なメモリ制御回路あるいは最低2フレーム分の高速書込みが可能な半導体メモリを使用する必要がなくなり、装置を低価格に構成することが可能となる。

【0090】これは言い換えれば、少量の高速な圧縮画像メモリ22を使用することで記憶手段への撮影したデータ蓄積速度を見かけ上高速化することが可能であり、1枚目の撮影シーケンスが短時間に終了することで2枚目の撮影動作を短時間の間合いで開始することができることになる。そのために、2枚の撮影画像間に生じる被写体の時間的な変化あるいは撮影者の手ぶれ等を最小限に抑えることが可能となり、同一被写体を高精度に $1/2$ 画素ずらした撮影が実現できるという効果がある。

【0091】この実施の形態2では、画像メモリ7と圧縮画像メモリ22は別個に設ける構成としたが、この限りではなく、同一の記憶領域を有する半導体メモリ上に併設する構成としてもよい。また、この実施の形態2では固定長圧縮回路20とラインバッファ21と圧縮画像メモリ22を別個に設ける構成としたが、この限りではなく、これらの構成要素の2つ以上をLSI等の集積回路1石に包含す

る構成としてもよい。

【0092】実施の形態3. 以下、実施の形態3を図について説明する。画素ずらし光学系61を含む撮像部5の構成や動作に関しては上記実施の形態1、2と同様である。この実施の形態3で特徴的である画像処理部9の信号レベル補正処理部10の動作について詳細な説明を行う。

【0093】撮像部5で撮影された2枚の画像信号は、A/D変換回路3を経て画像処理部9の画像メモリ7に蓄積される。蓄積された画像データは、各々信号レベル補正処理部10で白バランス補正処理やガンマ補正処理等の個別に適用可能な信号補正処理を施される。この時、1枚目の画像と2枚目の画像は時系列的に撮影されているため、例えば50～60MHzの比較的低周波で発光を繰り返す蛍光灯を光源として撮影した場合、光源の発光タイミングとシャッタ時間の関係で2枚の画像の入射光量に差異が生じる場合がある。即ち、撮影した2枚の画像の平均明度に差が生じ、後段の画素補間・合成処理部11で画像合成を行う際に画質劣化の原因と為り得る。

【0094】図29(a)は1枚目の撮像条件に比して2枚目の撮像条件における照明光量が30%程度低下した場合の同一被写体を撮影した際の明度特性を示している。定照明下で撮影した際の各信号レベルは、照明条件が変化した場合に平均明度の低下とダイナミックレンジの縮小が発生する。図中、Max及びMin値は各画像における最大信号レベル及び最小信号レベルである。この実施の形態3における信号レベル補正処理部10では、各画像内の信号レベル補正処理の他、2枚の画像の信号レベル補正処理を行う。

【0095】即ち、各画像における最大信号レベル値及び最小信号レベル値を検出し、いずれか一方の信号レベル特性に他方を合せ込む処理を行う。通常は、1枚目の画像撮影時に自動露出補正あるいはシャッタ速度補正を行い最適条件下で撮影を行うため、2枚目の画像を1枚目の明度分布特性に合わせるようにする。補正前後の2枚目の画像における各信号レベルをそれぞれD(j) (jは定照明下での各明度レベル値) 及びD'(j) とすると、始めに式(4)に従って補正を行う(図29(b)を参照)。

$$D'(j) = D(j) + (\text{Min}1 - \text{Min}2) \quad (4)$$

【0096】続いて、式(5)に従って1枚目の画像及び式(4)にて補正した2枚目の画像のダイナミックレンジを補正し、最終的な2枚目の補正信号レベルD''(j)を算出する(図29(c)を参照)。

$$D''(j) = D'(j) (\text{Max}1 - \text{Min}1) / (\text{Max}2' - \text{Min}2') \quad (5)$$

【0097】以上の手順で信号レベル補正処理部10を構成することにより、撮影した2枚の画像の照明条件が異なる場合においても明度特性を良好に一致させることが可能であり、高精度の画素補間・合成処理が実現可能である。また、撮像装置を図21(実施の形態2)に示す構成にし、撮影画像を固定長圧縮回路20を用いて符号化する場合、各符号におけるLAは16画素からなるブロック内の平均信号レベルを代表する値であることから、上記手順を全てLAを対象に実施しても等価的に同等の効果を実現可能であることは容易に説明できる。このように構成した場合、上記全画素を対象に行っていた最大・最小信号レベル検出及び信号レベル補正に関する演算規模を1/16に抑制することが可能であり、処理の高速化を実現できるという格別の効果がある。

【0098】この実施の形態3では、2枚目の撮影画像に対して式(4)及び式(5)を順次適用するように構成したが、この限りではなく、これらを1回の画像データ走査で行えることは言うまでもない。

【0099】実施の形態4. 以下、実施の形態4を図について説明する。実施の形態4における全体構成は実施の形態1における図1あるいは実施の形態2における図21と同様である。この実施の形態4では、画素ずらし光学系61として電界の強さに応じて透過光の屈折現象が変化する電気光学素子を用いる点が上記実施の形態1、2と異なる。図30はこの実施の形態4における画素ずらし光学系61を示す構成図である。図において、30は電圧印加により電界を発生する電界発生回路、31は電気光学素子である。

【0100】次に動作について説明する。図30の動作原理図である図31中の電気光学素子31及び偏光板18をA-A、B-B、C-Cの方向から見たものをそれぞれ図32、図33、図34に示す。図31において、画像を結像するための撮像レンズ1から電気光学素子31に入射する自然光は図32に示すように互いに直交する2つの偏光成分 L_x 、 L_y で表すことができる。

【0101】電気光学素子31に電界が印加されていない場合は、図33の L_{x0} 、 L_{y0} に示す偏光成分が L_x 、 L_y が直進した位置に観測される。電気光学素子31に所定の電界E1が印加されると電気光学素子31は複屈折現象を呈し、図33の L_{x1} 、 L_{y1} に示す偏光成分が観測される。ここで、 L_{x1} は複屈折現象における常光線として L_x が直進した位置に観測され、 L_{y1} は複屈折現象の異常

光線として L_y が距離 P だけずれた位置に観測される。ただし、この場合、図34に示すような $P=PH/2$ (PH は撮像素子2の水平画素ピッチ)となるような電界 $E1$ を電界発生回路30が電気光学素子31に印加する。

【0102】図8は上記撮像装置における動作タイミング図である。図8(1)はフィールドシフトパルス、図8(2)は電気光学素子31に印加される電界 E の強さ、図8(3)は信号読み出しパルス、図8(4)は撮像素子2の出力信号、図8(5)はA、Bフィールドを1フレームとして見た場合の図である。電界 E の強さの変化の位相を図8(1)のフィールドシフトパルスに一致させる。

【0103】上述の動作により、この実施の形態4の撮像装置は、A、Bフィールドでの信号電荷蓄積を入射画像と撮像素子2の画素との相対的な位置に関して $PH/2$ だけ離れた位置で行うことができる。これに対応して図8(3)に示す信号読み出しパルスのタイミングも $PH/2$ に相当する時間 T だけずらしてある。その結果、図8(5)に示すように、この撮像装置はA、Bフィールドを1フレームとした1周期で高画素密度化した画像を得ることができる。

【0104】この実施の形態4における画像処理部9の構成及び動作は、これまでの実施の形態で説明したいずれを用いても構成できる。

【0105】実施の形態5. 以下、実施の形態5を図について説明する。実施の形態5における全体構成は実施の形態1における図1あるいは実施の形態2における図21と同様である。この実施の形態5では、画素ずらし光学系61として直線偏光を作る偏光板及び入射光の方位角を変更する液晶板を用いた場合を例にとって説明する。図35はこの実施の形態5における画素ずらし光学系61を示す構成図であり、図において、91は液晶板92への印加電圧を制御する駆動電圧発生回路、92は偏光板18で生成された直線偏光を電圧の印加条件で方位角を変更可能な液晶板である。

【0106】次に動作について説明する。図36は図35の動作原理図である。図36において、A-Aは偏光板18の入射側、B-Bは偏光板18の出射側、C-Cは液晶板92の出射側、D-Dは複屈折板19の出射側の垂直方向の位置を示している。図37～図40には図36に示したA-AからD-Dまでの各位置における光の偏光方向を示す。

【0107】被写体を撮像する場合、光学系に入射される光は無偏光であるため、図37のように垂直方向の偏光成分と水平方向の偏光成分とで示すことができる。偏光板18は入射された光から直線偏光した光を出射する。また、その方位角は図38に示すように、撮像素子2の水平方向の画素配列を基準角とすると、基準角に対して 45° の角度となるように、偏光板18の偏光方向の偏光軸を傾けて配置する。

【0108】液晶板92は内部に液晶層を有し、2枚の電極基板で液晶を挟んだ板であり、外部から電圧(電界)が加わることにより、内部の液晶の分子配列変化に伴う電気光学効果を引き起こす。この実施の形態5にて用いる液晶板92は入射される直線偏光の光の偏光方向を、液晶板92に電圧を加える、または加えている電圧を切ることにより、その偏光方向を変化させるものである。液晶板92を実現させるための一例として電気光学効果の内、代表的な電界効果型である、ねじれネマチック(TN)型液晶による旋光効果などが挙げられる。その動作を図41および図42に示す。

【0109】TNモードを示すネマチック液晶は正の誘電異方性をもち、素子の分子配列を図41、図42に示す。図41、図42中、93は液晶分子である。基板に電圧が印加されたときは図41に示すように分子長軸方向が両基板面で直行しているように配列するため、偏光板18を介して入射された直線偏光はそのまま出射される。電圧が無印加の時は素子内の液晶分子の配列は連続的に 90° ねじれており、光学的には 90° 旋光効果を起こすため、偏光板18から入射された直線偏光は 90° ねじれて、出射光は入射光に対して 90° 偏光方向が異なるようになる。

【0110】液晶板92から出射された光の偏光を図39に示す。図39において、c1は液晶板92において電圧が印加された状態であり、電圧無印加時にはc2のように基準角度に対して 135° の方位角を有した直線偏光となる。今、c1の直線偏光を第1の偏位方向、c2の直線偏光を第2の偏位方向とする。液晶板92から出射された光は次に複屈折板19に入射される。

【0111】複屈折板19は屈折率が偏光方向によって均一でない、いわゆる複屈折を有する材質であり、撮像装置では被写体の空間周波数が撮像素子2の画素ピッチから求められるサンプリング周波数を超えている場合、追いつきノイズ(エイリアジングノイズ)として画像に現れるため、光学的ローパスフィルタとして水晶板などが良く用いられている。水晶板すなわち複屈折板19は入射する光を常光線と異常光線とに分離し、その分離の距離間は複屈折板19の厚みによって調整することが可能である。

【0112】第1の偏位方向の入射光を常光線、第2の偏位方向の入射光を異常光線とするように複屈折板を設けると、異常光線は点線で示されるように(図40を参照)、その光軸は常光線と異なり、それぞれの偏位方向を有する入射光は、図40においてd1、d2に示すように撮像素子2上の異なった位置に結像する。また、複屈折板19の厚みを図40に示すように水平方向の撮像素子の画素ピッチ w_x の半分である $w_x/2$ 、垂直方向の撮像素子の画素ピッチ w_y の半分である $w_y/2$ だけ異常光線が常光線に対して異なるように設ける。

【0113】よって、前記第1の偏位方向の時に撮像素子2上に結像した像を撮像した第1の画像と、第2の偏位方向の時に撮像した第2の画像の2枚の画像は互いに水平垂直とも1/2画素分、相対的にずれている。

【0114】以上のことから、撮像装置は撮像部制御回路4からの制御により撮像素子2を駆動させる際に駆動電圧発生回路91から液晶板92へ駆動電圧を出力する。液晶板92は電圧が加わることにより、図43に示す液晶分子配列となり、第1の偏位方向の入射光は撮像素子2上に結像される。撮像素子2は撮像部制御回路4の制御により駆動電圧発生回路91からの駆動信号により撮像を行い第1の画像を得る。

【0115】次に、第1の画像を撮像した後、駆動電圧発生回路91は液晶板92への印加電圧を0とする。液晶板92の液晶分子配列は図42に示したようになり、第2の偏位方向の入射光は撮像素子2上に結像される。撮像素子2は駆動電圧発生回路91からの駆動信号により撮像を行い第2の画像を得る。

【0116】液晶板92への印加電圧パルスを図43に示す。撮像部制御回路4は図43における状態1の間に第1の画像の撮像を終了させ、同図状態2の間に第2の画像の撮像を終了させる。上記のように動作させることにより、水平垂直とも1/2画素ずれた第1の画像および第2の画像を得ることができる。

【0117】以上のように得られた1枚目の撮影画像と1/2画素ずらして撮影された2枚目の画像は逐次A/D変換回路3においてデジタル信号に変換された後、画像処理部9に送信される。

【0118】この実施の形態5では、1枚目の画像に対して2枚目の撮影画像を1/2画素ずらす方向として45度方向にずらすものを例に説明したが、この限りではなく、液晶板92及び複屈折板18の配置あるいは液晶板92への印加電圧を適宜組み合わせることにより、135度方向、-45度方向、-135度方向など実現可能である。

【0119】また、この実施の形態5では、入射する直線偏光の偏光方向を変化させる液晶板92として、TN型液晶を一例として挙げたが、光電効果により旋光効果を有する液晶板92であれば、同様の効果を有することができる。また、この実施の形態5では、図35に示した画素ずらし光学系61では撮像レンズ1を液晶板92と複屈折板18との間に配置しているが、撮像レンズ1は画素ずらし光学系61内のいずれの位置に配置してもよい。

【0120】また、以上の全ての実施の形態においては、静止画像を連続的に取り込み可能なデジタルスチルカメラでの構成例を示したが、動画像を取り込み可能なデジタルカムコーダにおける高精細静止画撮影モードとして構成可能であることは言うまでもない。

【0121】また、以上の全ての実施の形態においては、撮像装置の内部で画素補間・合成処理を実行可能な構成例を示したが、この限りではなく、パーソナルコンピュータやカラープリンタ等、撮像装置に直接あるいは記憶媒体を間接的に経由して接続可能な機器上で構成してもよい。

【0122】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成するように構成したので、解像度の高い画像を実現することができる効果がある。

【0123】この発明によれば、撮像画素が存在しない位置の空白画素を色補間する場合、画像中のエッジにあたる部分が空白画素を通過するか否かを判定し、その空白画素を通過するときはエッジ線分の稜線方向に当該空白画素を色補間するように構成したので、画像の解像度を高めることができる効果がある。

【0124】この発明によれば、撮像素子の撮像画像を圧縮して、その圧縮画像を圧縮画像メモリに格納し、その圧縮画像を伸長して画像記憶手段に出力する圧縮・伸長手段を設けるように構成したので、連写間隔を短縮することができる効果がある。

【0125】この発明によれば、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号の信号レベルを補正する信号レベル補正手段を設けるように構成したので、

画像の解像度を高めることができる効果がある。

【0126】この発明によれば、変位前後の撮像素子の撮像画像における所定領域の撮像色信号の平均信号レベルを計算し、双方の平均信号レベルが一致するように撮像色信号の信号レベルを補正するように構成したので、精度よく信号レベルを補正することができる効果がある。

【0127】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された磁気光学素子に与える磁界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

【0128】この発明によれば、撮像光学系と撮像素子の間に画素ずらし手段を配置するように構成したので、撮像素子に対する入射光の位置を変位させることができる効果がある。

【0129】この発明によれば、撮像光学系の前段に画素ずらし手段を配置するように構成したので、画素ずらし手段を外付けにすることができる効果がある。

【0130】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された電気光学素子に与える電界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

【0131】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された液晶板に与える電圧の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

分野

【発明の属する技術分野】この発明は、解像度の高い画像を実現することができる撮像装置に関するものである。

技術

【従来の技術】CCD等の二次元撮像素子を用いた撮像装置においては、画像と撮像素子との相対位置を微小に変化させ、変化前後の画像を入力して各画像を合成し、見かけ上の画素数を増加させて解像度を上昇させるものが知られている。このような方法による解像度の向上に当たっては、特開平7-236086号公報に記載されているように、撮影光学系と二次元撮像素子との間に透明平板部材を平行に配置し、その透明平板部材上に配置される直線上にない3点の傾斜手段の1点を支持部とし、他の2点を透明平板部材を作動させる作動部として用い、撮影光学系からの入射光を変位させることで撮像素子上の画像を微小変位させるものである。

【0003】図44は例えば特開平7-236086号公報に示された従来の撮像装置を示すブロック図であり、図45は撮像装置の機構を示す斜視図である。図44及び図45において、1は画像を結像させる撮像レンズ、2は画像を光電変換するため二次元に配列されたCCD等の撮像素子、103は撮像レンズ1と撮像素子2の間にほぼ平行に配置され、撮像レンズ1から撮像素子2への入射光の入射角度に微小変位をもたらす透明平板部材、104は撮像レンズ1及び透明平板部材103を支持するベースユニットである。

【0004】105a、105b、105cは透明平板部材103をベースユニット104に固定すると共に、2点を選択的に作動させて透明平板部材103を傾斜させる圧縮ばね、106a、106b、106cは対応する圧縮ばね105a、105b、105cを各々押さえるばね押さえ板、107aは透明平板部材103と圧縮ばね105aを貫通するねじと共に設けられ、駆動により透明平板部材103の近傍部位を光軸方向に変位させて透明平板部材103に傾斜をもたらすモータである。なお、図45には明示されていないが、モータ107aと同様のモータが透明平板部材103と圧縮ばね105bを貫通するねじと共に設けられている。

【0005】108は変位装置、108aは透明平板部材103、圧縮ばね105a及びばね押さえ板106aを含む作動部、108bは透明平板部材103、圧縮ばね105b及びばね押さえ板106bを含む作動部、109は透明平板部材103、圧縮ばね105c及びばね押さえ板106cを含む支持部であり、支持部109は作動部108a、108bの作動時に透明平板部材103を支持する。これらは図示しない筐体に一体的に固定されると共に、図44に示すように後段には光電変換された画像信号を処理するための所定の画像処理回路、画像合成メモリ110及び画像メモリ7等が接続されている。

【0006】次に動作について説明する。まず、2つの作動部108a、108bのいずれも作動させない状態で撮像を行い、後段の画像メモリ7に画像を記憶する。次に、2つの作動部108a、108bのうち、ひとつの作動部108aを作動させることにより、他の作動部108bと支持部109を結ぶ線を回転軸として透明平板部材103を回転させる。これにより、透明平板部材103を透過した画像は、透明平板部材103の傾斜によって移動されて撮像素子2上に結像され、画像メモリ7にわずかにずれた画像を記憶する。

【0007】更に、ひとつの作動部108aを作動させれば同一方向に順次画像が移動し、順次画像が撮像素子2に結像され記憶される。また、作動部108bを駆動させると、作動部108aと支持部109を結ぶ線を回転軸として透明平板部材103が傾斜し、前述とは異なる方向に画像の移動が行われる。これら2方向の移動を適宜組み合わせることにより、任意の位置への2次元の画素ずらしを実施する。その後、画像メモリ7に蓄積された複数の撮影画像を画素ずらしの実施方向を考慮して各対応画素毎に内挿することで、光学的に画素数を増加させた画像が画像合成メモリ110に得られる。

【0008】次に、従来の画素ずらしによって得られた画像から高精細画像を生成するための信号処理方式について説明する。図2に示す信号配列は単板撮像装置において最もよく使われているBayer型配列をした撮像素子であり、図中のR信号、G信号またはB信号は撮像素子の配置上その画素位置にてサンプリングされる色信号である。図12は図2に示す撮像素子を斜め1/2画素右下にずらして撮像した画像の色信号と先の色信号とを重ねて表示した説明図である。図において、R1、G1、B1が1枚目の撮影画像の色信号であり、R2、G2、B3は画素ずらしを行なわれた2枚目の撮影画像から得られた色信号である。

【0009】図12に示した画像を高解像度画像として生成する場合、図2と比較して水平垂直とも2倍になっているため4倍の画素数のフルカラー信号を生成する必要があり、図中撮像素子における非撮影色信号を周辺画素信号から生成するとともに、空白画素の全色信号を同様に内挿する必要がある。

【0010】例えば、G信号だけ着目すると、図46に示す位置にだけ撮像によって得られたG信号(G

1, G2)が存在する。従来の技術では、前後左右の信号の平均値からG1', G2'を補間し、次に図47に示すように補間して得られたG信号から更に内挿することにより、全画素分のG信号を得ることができる。

【0011】また、B信号に着目すると、図48に示すように左右のB1信号からB1'信号を内挿し、さらに補間したB1'信号からB1''信号を内挿する。B2信号についても同様である。次に図49に示すように補間したB1', B1'', B2', B2''から残りの画素の内挿を行う。R信号においてもB信号と同様の方法にて全画素分の信号を補間することができる。上記の方法によって全画素における画素分だけのR, G, B信号を得ることができる。

効果

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成するように構成したので、解像度の高い画像を実現することができる効果がある。

【0123】この発明によれば、撮像素子が存在しない位置の空白画素を色補間する場合、画像中のエッジにあたる部分が空白画素を通過するか否かを判定し、その空白画素を通過するときはエッジ線分の稜線方向に当該空白画素を色補間するように構成したので、画像の解像度を高めることができる効果がある。

【0124】この発明によれば、撮像素子の撮像画像を圧縮して、その圧縮画像を圧縮画像メモリに格納し、その圧縮画像を伸長して画像記憶手段に出力する圧縮・伸長手段を設けるように構成したので、連写間隔を短縮することができる効果がある。

【0125】この発明によれば、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号の信号レベルを補正する信号レベル補正手段を設けるように構成したので、画像の解像度を高めることができる効果がある。

【0126】この発明によれば、変位前後の撮像素子の撮像画像における所定領域の撮像色信号の平均信号レベルを計算し、双方の平均信号レベルが一致するように撮像色信号の信号レベルを補正するように構成したので、精度よく信号レベルを補正することができる効果がある。

【0127】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された磁気光学素子に与える磁界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

【0128】この発明によれば、撮像光学系と撮像素子の間に画素ずらし手段を配置するように構成したので、撮像素子に対する入射光の位置を変位させることができる効果がある。

【0129】この発明によれば、撮像光学系の前段に画素ずらし手段を配置するように構成したので、画素ずらし手段を外付けにすることができる効果がある。

【0130】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された電気光学素子に与える電界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

【0131】この発明によれば、入射光を撮像素子に導く光路に配置された液晶板に与える電圧の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるように構成したので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施することができる効果がある。

課題

【発明が解決しようとする課題】従来の撮像装置は以上のように構成されているので、光路を二次元的に変更するために透明平板部材103を2つのモータにより機械的に駆動制御する必要がある。そのため精度の高い画素ずらし量を実現することが困難である課題があった。特に、近年の固体撮像素子の画素ピッチは、数ミクロンものが主流となっており、機械的にその数分の一の精度を得る為には、複雑な制御系が必要となる。また、機械的な振動を用いて制御するため、振動や繰り返し寿命などを十分に考慮した設計を必要とした。

【0013】さらに、上記方法により撮像した画像から高解像度画像を生成する従来の信号処理では、単なる線形補間であるため、画素ずらしを行うことによって得られる画素数分だけの解像度を得ることができない。これはまず、単板撮像素子における図2における画像が各画素上に1色の色フィルタを配置しているため画素数分だけのR、G、B信号が得られず、画素数分だけの解像度が得られていないことが第1の原因であり、次に2枚の画像から高解像度画像を得る際に線形補間法では解像度の向上が見込めないという点に問題があった。

【0014】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、撮像光学系を機械的に振動させることなく微小画素ずらしを実施して、解像度の高い画像を実現することができる撮像装置を得ることを目的とする。

手段

【課題を解決するための手段】この発明に係る撮像装置は、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号のうち、参照色である撮像色信号が形成する三角形と補間色である非撮像色信号が形成する三角形の相似比を考慮して色補間を実施し、変位前後の撮像素子の撮像画像を合成するようにしたものである。

【0016】この発明に係る撮像装置は、撮像素子が存在しない位置の空白画素を色補間する場合、画像中のエッジにあたる部分が空白画素を通過するか否かを判定し、その空白画素を通過するときはエッジ線分の稜線方向に当該空白画素を色補間するようにしたものである。

【0017】この発明に係る撮像装置は、撮像素子の撮像画像を圧縮して、その圧縮画像を圧縮画像メモリに格納し、その圧縮画像を伸長して画像記憶手段に出力する圧縮・伸長手段を設けたものである。

【0018】この発明に係る撮像装置は、画像記憶手段に記憶されている変位前後の撮像素子の撮像画像を構成する撮像色信号の信号レベルを補正する信号レベル補正手段を設けたものである。

【0019】この発明に係る撮像装置は、変位前後の撮像素子の撮像画像における所定領域の撮像色信号の平均信号レベルを計算し、双方の平均信号レベルが一致するように撮像色信号の信号レベルを補正するようにしたものである。

【0020】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された磁気光学素子に与える磁界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0021】この発明に係る撮像装置は、撮像光学系と撮像素子の間に画素ずらし手段を配置するようにしたものである。

【0022】この発明に係る撮像装置は、撮像光学系の前段に画素ずらし手段を配置するようにしたものである。

【0023】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された電気光学素子に与える電界の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0024】この発明に係る撮像装置は、入射光を撮像素子に導く光路に配置された液晶板に与える電圧の強度を制御して、その撮像素子に対する入射光の位置を変位させるようにしたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による撮像装置を示す構成図であり、図において、61は撮像レンズ1(図3を参照)に入射する被写体像の光路を変調する画素ずらし光学系

図の説明

【図面の簡単な説明】

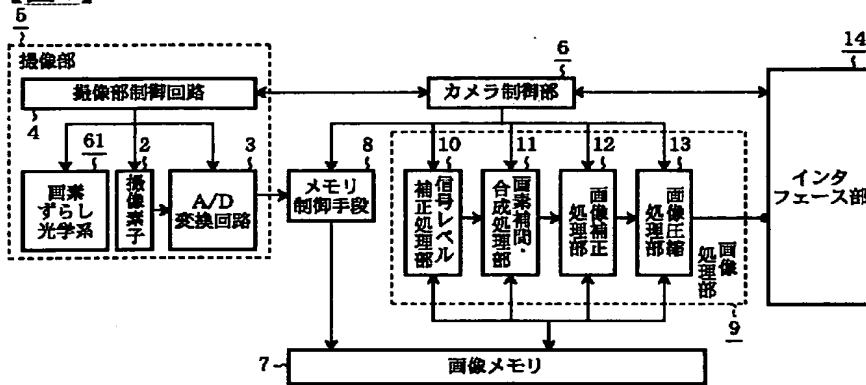
- 【図1】この発明の実施の形態1による撮像装置を示す構成図である。
- 【図2】Bayer型配列をした撮像素子を示す説明図である。
- 【図3】画素ずらし光学系61の内部構成を示す構成図である。
- 【図4】図3の動作原理図である。
- 【図5】図4のA-A線から見た説明図である。
- 【図6】図4のB-B線から見た説明図である。
- 【図7】図4のC-C線から見た説明図である。
- 【図8】各種信号のタイミングを示す説明図である。
- 【図9】撮像画素の画素位置を示す説明図である。
- 【図10】画像の生成を説明する模式図である。
- 【図11】画素補間・合成処理部11の処理手順を示すフローチャートである。
- 【図12】図2に示す撮像素子を斜め1/2画素右下にずらして撮像した画像の色信号と先の色信号とを重ねて表示した説明図である。
- 【図13】色信号の補間生成を示す説明図である。
- 【図14】色信号の補間生成を示す説明図である。
- 【図15】参照色の参照画素位置と補間色の参照画素位置の関係を示す説明図である。
- 【図16】参照方向と信号レベルの関係を示す説明図である。
- 【図17】参照方向と信号レベルの関係を示す説明図である。
- 【図18】参照方向と信号レベルの関係を示す説明図である。
- 【図19】画像中に存在するG成分の位置関係を示す説明図である。
- 【図20】稜線ベクトル検出による補間を示す説明図である。
- 【図21】この発明の実施の形態2による撮像装置を示す構成図である。
- 【図22】画素配列が並べ換えられる様子を示した説明図である。
- 【図23】単位ブロック内のカラー画像信号を固定長圧縮回路20で符号化する場合のアドレスを示す説明図である。
- 【図24】各画素の画像信号の強度を階層化(量子化)する量子化レベルを表す説明図である。
- 【図25】この実施の形態2による符号化手順を示すフローチャートである。
- 【図26】この実施の形態2による符号化手順を示すフローチャートである。
- 【図27】固定長伸長処理部23の動作を示すフローチャートである。
- 【図28】固定長圧縮回路20で並べ換えたデータの逆の並べ換え処理を示す説明図である。
- 【図29】被写体を撮影した際の明度特性を示す説明図である。
- 【図30】この実施の形態4における画素ずらし光学系61を示す構成図である。
- 【図31】図30の動作原理図である。
- 【図32】図31のA-A線から見た説明図である。
- 【図33】図31のB-B線から見た説明図である。
- 【図34】図31のC-C線から見た説明図である。
- 【図35】この実施の形態5における画素ずらし光学系61を示す構成図である。
- 【図36】図35の動作原理図である。
- 【図37】図36のA-Aの位置における光の偏光方向を示す説明図である。
- 【図38】図36のB-Bの位置における光の偏光方向を示す説明図である。
- 【図39】図36のC-Cの位置における光の偏光方向を示す説明図である。
- 【図40】図36のD-Dの位置における光の偏光方向を示す説明図である。
- 【図41】素子の分子配列を示す斜視図である。
- 【図42】素子の分子配列を示す斜視図である。
- 【図43】液晶分子配列を示す説明図である。
- 【図44】従来の撮像装置を示すブロック図である。
- 【図45】撮像装置の機構を示す斜視図である。
- 【図46】撮像によって得られたG信号(G1, G2)を示す説明図である。
- 【図47】G信号の補間を示す説明図である。
- 【図48】左右のB1信号からB1'信号の内挿を示す説明図である。
- 【図49】B1', B1'', B2', B2''から残りの画素の内挿を示す説明図である。

【符号の説明】

1 撮像レンズ(撮像光学系)、2 撮像素子、3 A/D変換回路、4 撮像部制御回路、5 撮像部、6 カメラ制御部、7 画像メモリ(画像記憶手段)、8 メモリ制御手段、9 画像処理部、10 信号レベル補正処理部(信号レベル補正手段)、11 画素補間・合成処理部(補間・合成手段)、12 画像補正処理部、13 画像圧縮処理部、14 インタフェース部、15 磁界発生回路、16 コイル、17 ファラデー素子、18 偏光板、19 複屈折板、20 固定長圧縮回路(圧縮・伸長手段)、21 ラインバッファ(圧縮・伸長手段)、22 圧縮画像メモリ(圧縮・伸長手段)、23 固定長伸長処理部(圧縮・伸長手段)、30 電界発生回路、31 電気光学素子、61 画素ずらし光学系(画素ずらし手段)、91 駆動電圧発生回路、92 液晶板、93液晶分子。

図面

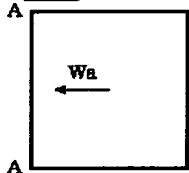
【図1】



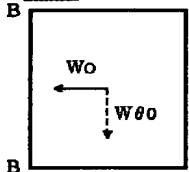
【図2】

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G | R | G | R | G | R |
| B | G | B | G | B | G |
| G | R | G | R | G | R |
| B | G | B | G | B | G |
| G | R | G | R | G | R |
| B | G | B | G | B | G |

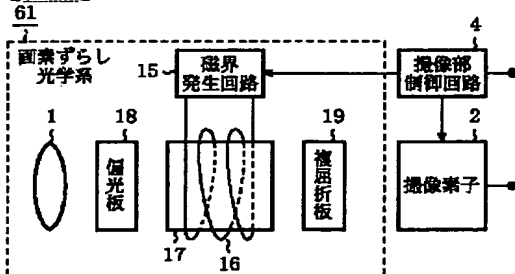
【図5】



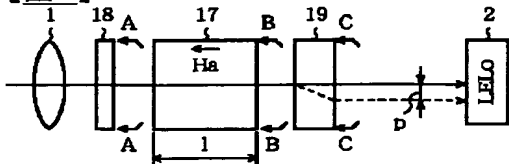
【図6】



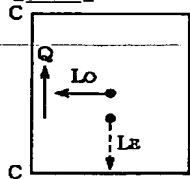
【図3】



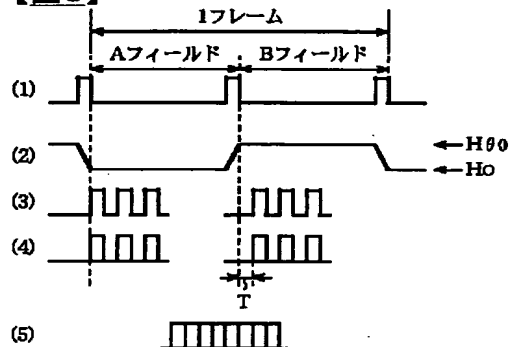
【図4】



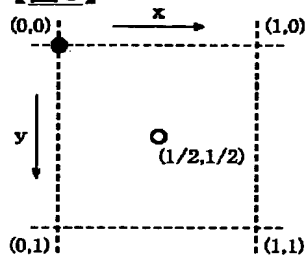
【図7】



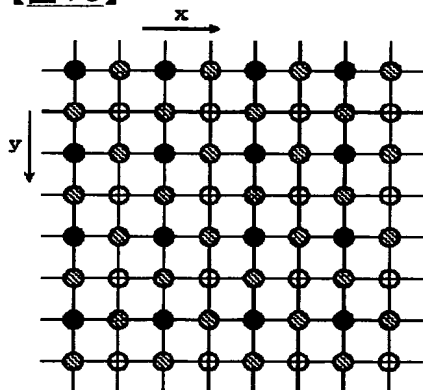
【図8】



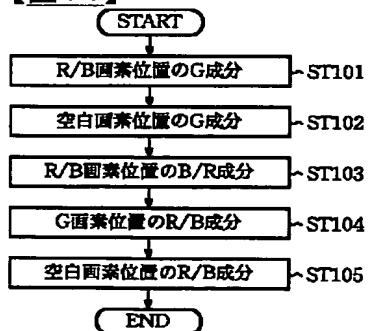
【図9】



【図10】



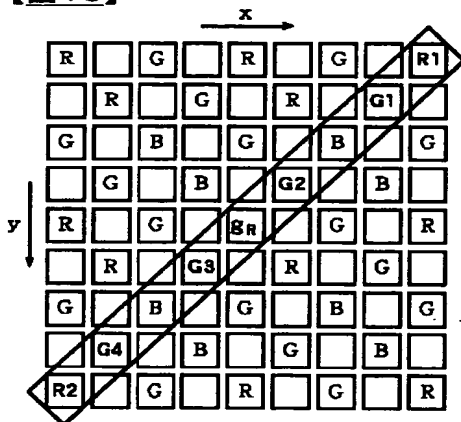
【図11】



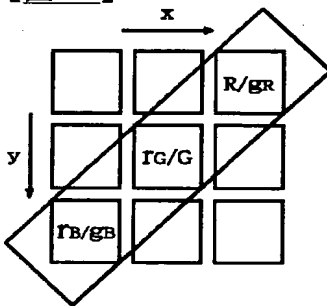
【図12】

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| G1 | | R1 | | G1 | |
| | G2 | | R2 | | G2 |
| B1 | | G1 | | B1 | |
| | B2 | | G2 | | B2 |
| G1 | | R1 | | G1 | |
| | G2 | | R2 | | G2 |

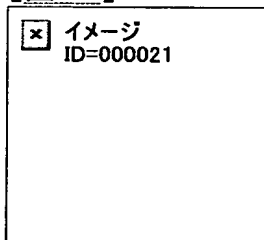
【図13】



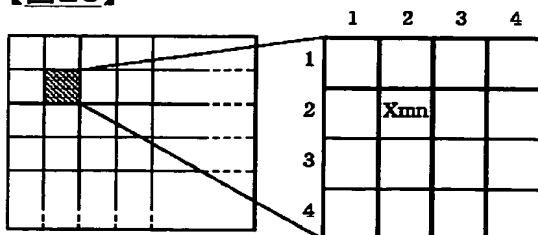
【図15】



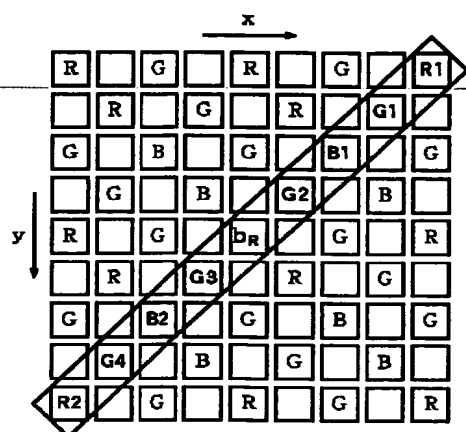
【図19】



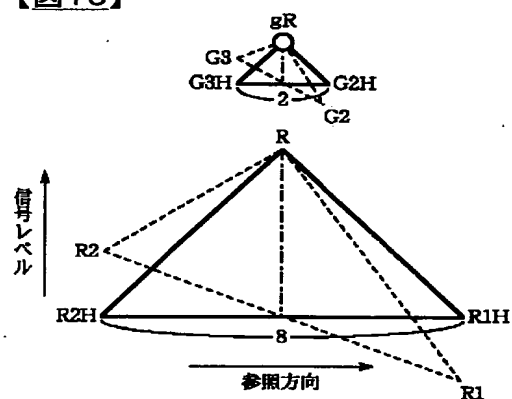
【図23】



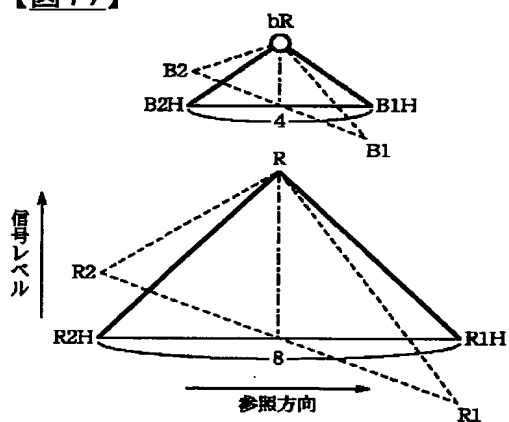
【図14】



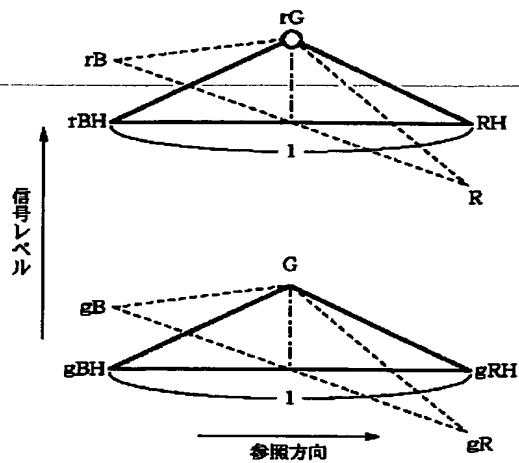
【図16】



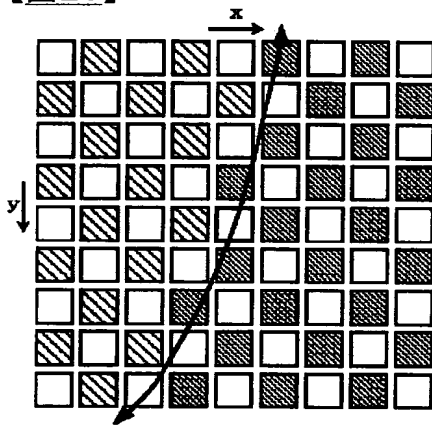
【図17】



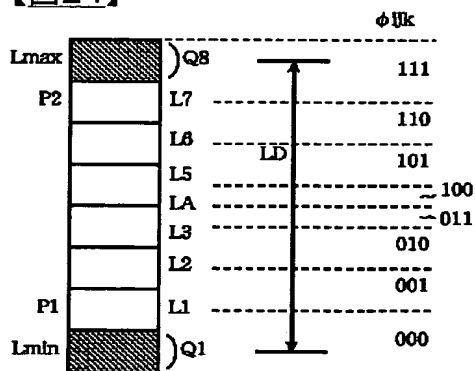
【図18】



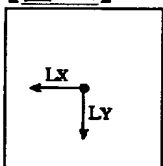
【図20】



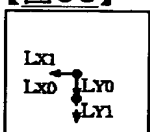
【図24】



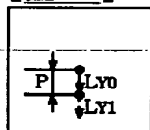
【図32】



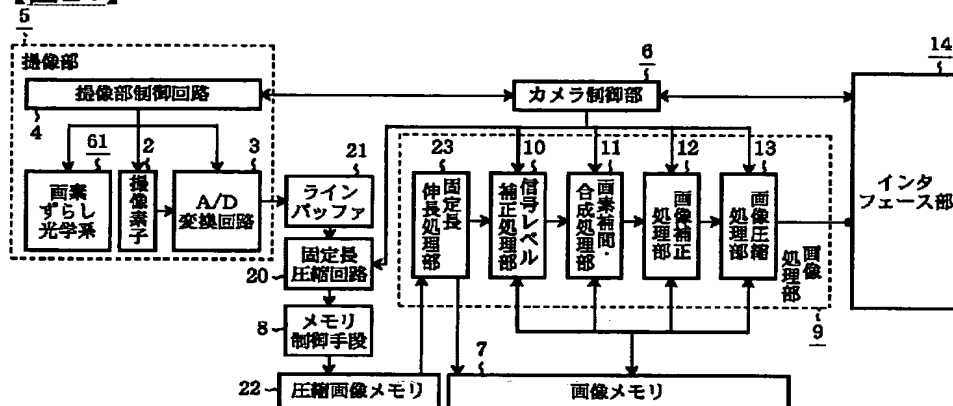
【図33】



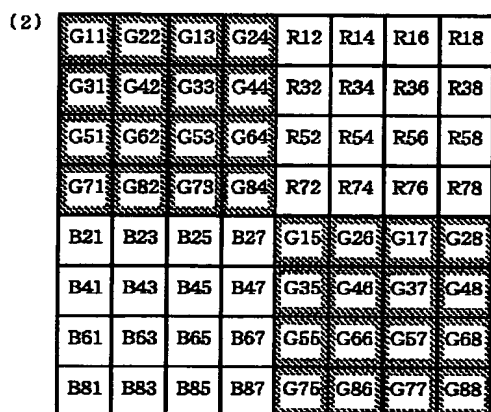
【図34】



【図21】

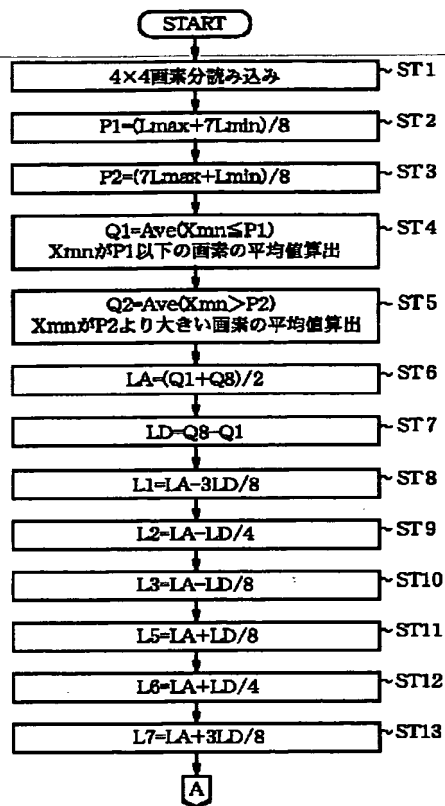


【図22】

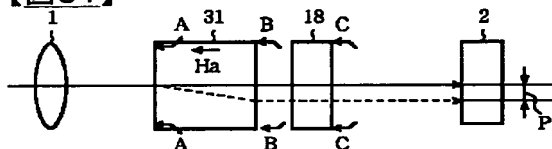


【図25】

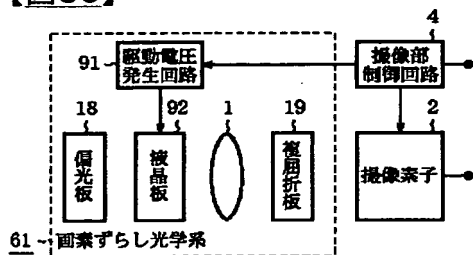
符号化手順 (1/2)



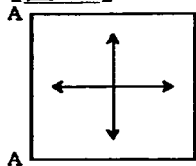
【図31】



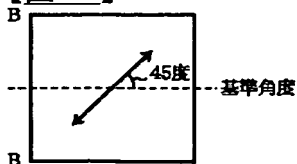
【図35】



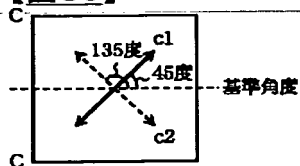
【図37】



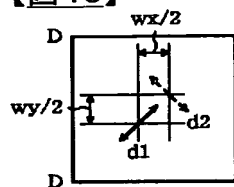
【図38】



【図39】

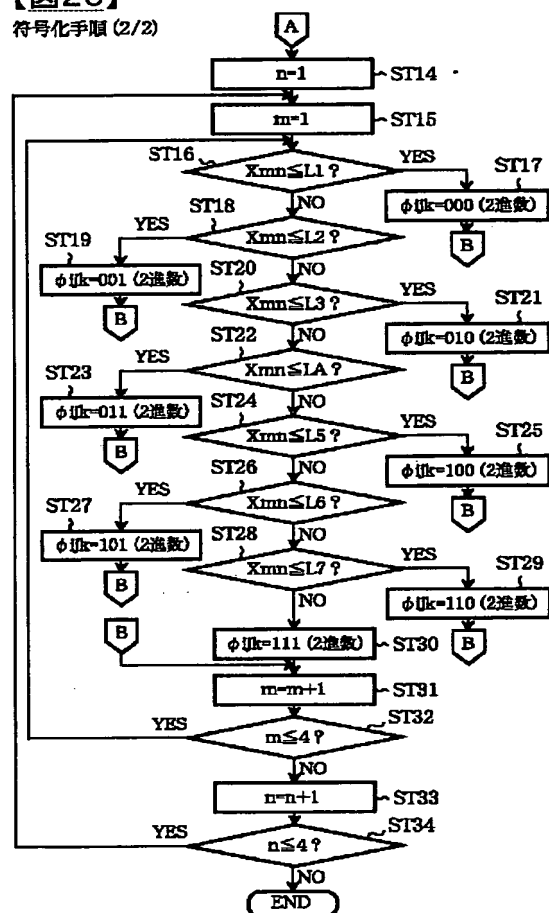


【図40】



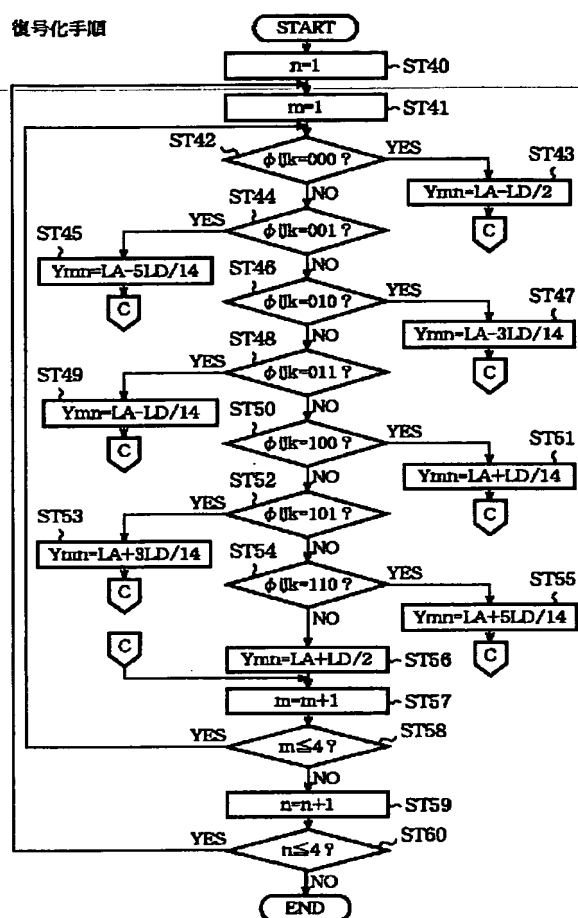
【図26】

符号化手順 (2/2)

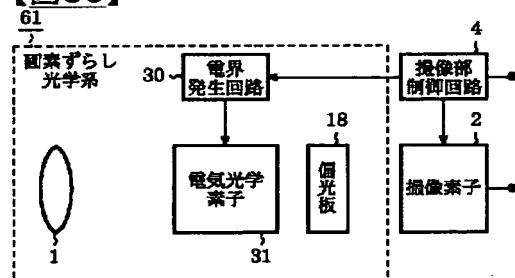


【図27】

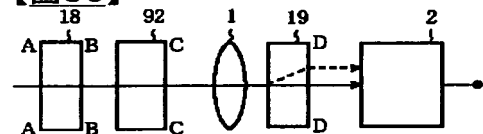
復号化手順



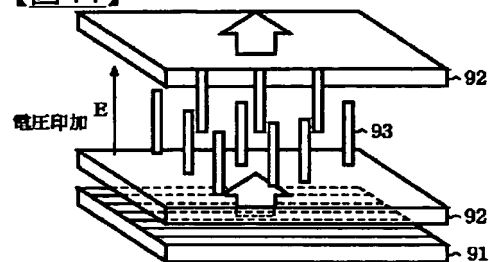
【図30】



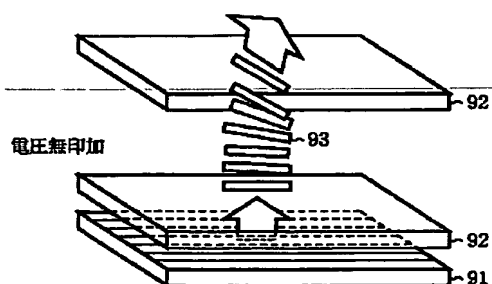
【図36】



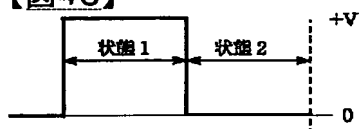
【図41】



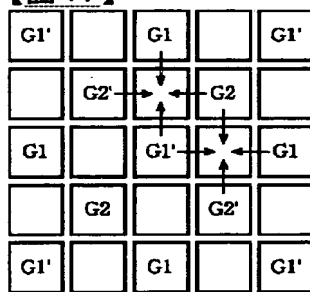
【図42】



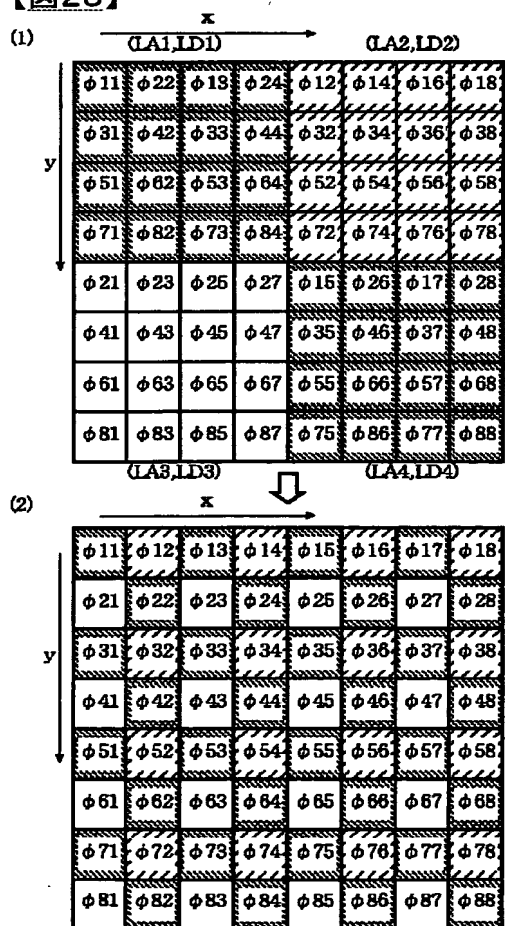
【図43】



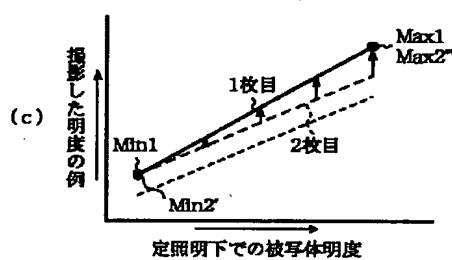
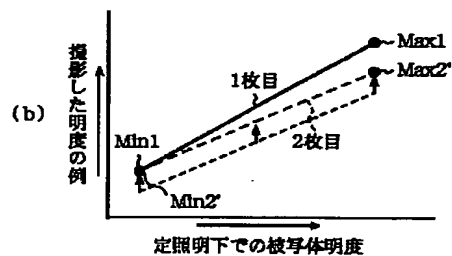
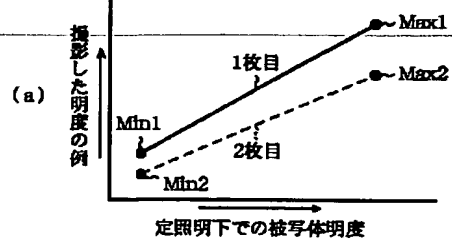
【図47】



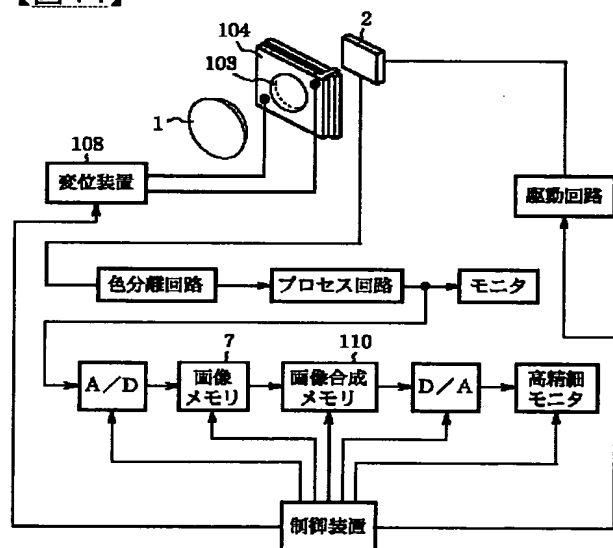
【図28】



【図29】



【図44】



【図45】

